



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 37 543 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
C 04 B 40/00
C 04 B 28/04
G 01 N 33/38
G 05 D 11/02
B 28 C 7/12

②1 Aktenzeichen: P 42 37 543.6
②2 Anmeldetag: 6. 11. 92
④3 Offenlegungstag: 11. 5. 94

DE 42 37 543 A 1

⑦1 Anmelder:
Kilian, Gottfried, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dipl.-Ing., 40822
Mettmann, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Einstellung von Wassergehalt und Konsistenz bei Mörtel und Beton in den plastischen und weichen Konsistenzbereichen

⑤7 Das Verfahren benutzt zur sachgerechten Einstellung des Wassergehaltes und der Konsistenz bei plastischen und weichen Baustoffmischungen die Kombination bekannter Meßverfahren in der Art, daß zunächst eine Mischung im steifen Konsistenzbereich hergestellt wird, um den Wassergehalt zu messen. Darauf bezogen wird eine bestimmte Menge Wasser zudosiert. An der davon ausgehenden Mischung wird die Konsistenz ermittelt. Im Anschluß an dieses Vorgehen kann eine Feineinstellung der beiden Kennwerte vorgenommen werden.

Bei einem entsprechend ausgelegtem Konzept kann dazu einerseits der Sollwassergehalt reduziert werden, andererseits kann Wasser ev. mit einer darauf abgestellten Zementmenge und/oder Zusatzmittel zugesetzt werden.

Grundsätzlich ist ein zwei- bis dreistufiger Mischvorgang mit mindestens zweimaliger Messung der Wassermenge und mindestens einmaliger Konsistenzmessung notwendig.

In den für die Verarbeitung vor Ort wichtigen Konsistenzbereichen wird eine ansonsten nicht erreichbare Genauigkeit bei der Dosierung der Sollwassermenge erzielt und darüber hinaus lassen sich die Konsistenzbereiche anwendungsgerecht neu festlegen. Beides ist dafür Voraussetzung, daß im Bauwesen überhaupt eine systematische Qualitätssicherung aufgebaut werden kann.

DE 42 37 543 A 1

Beschreibung

Die Erfindung entwickelt ein Verfahren zur Einstellung von Wassergehalt und Konsistenz bei Mörtel und Beton in den plastischen und weichen Konsistenzbereichen.

Stand der Technik

Wasser ist mitbestimmend für alle grundlegenden Eigenschaften von Baustoffen, die unter Zugabe von hydraulischen Bindemitteln hergestellt werden, und zwar sowohl für die bis zu der Verarbeitung, der Baustoff wird dann Frischmörtel oder Frischbeton genannt, als auch für die im fertigen Zustand.

Einbaufähigkeit

Der Begriff Konsistenz steht für die Bewertung der Beweglichkeit und damit der Verarbeitbarkeit einer zum Einbau in ein Bauwerk vorgesehenen, unter Zusatz von hydraulischem Bindemittel mit Wasser angemachten Mischung.

Entscheidend für den sachgerechten Einbau ist die Konsistenz einer Mischung zum Zeitpunkt der Verarbeitung; denn die Beweglichkeit der Mischung ist in Abhängigkeit von zahlreichen Parametern veränderlich. In der Zeit zwischen Betonaufbewahrung und Betonverarbeitung tritt in aller Regel ein Ansteifen auf. Ist das Ansteifen zu weit fortgeschritten, ist eine Verdichtung des Baustoffes entsprechend der auf die angesetzte Konsistenz ausgerichteten Maßnahmen beim Einbau nicht mehr möglich.

Ist die Mischung zu flüssig, zu berücksichtigen ist dabei auch ein vorab zu schätzender Sicherheitszuschlag, droht zunächst eine Entmischung schon bei Mischen über die optimale Mischzeit hinaus, weiter bei Verladung, Transport, Übergabe, Fördern und Einbauen in der Form, daß die groben Steine durch Zentrifugalkraft weggeschleudert werden oder durch Schwerkraft absinken und die Zement-Wasser-Schlempe aufschwimmt. Der Zement geht in dieser Phase vom Feststoff in ein Gel über. Außerdem bedingt der Wasseranteil im Frischbeton eine Porenbildung im Festbeton. Je mehr Schlempe oder Wasser, desto mehr und desto größere Poren.

Allerdings sinkt der Verschleiß am Mischer sowie den Transport- und Fördergeräten mit zunehmender Konsistenz. Dazu kommt, daß die Beseitigung des Ansteifens durch zusätzliches Einmischen von Wasser auf einfache und kostensenkende Weise beseitigt werden kann. Dabei muß man aber, und man tut es tatsächlich auch, billigend in Kauf nehmen, daß der Frischbeton bei zu weit fortgeschrittenem Ansteifen unsachgemäß aufgefrischt wird.

Das Problem des Ansteifens ist besonders ausgeprägt bei dem für Ortbeton mit einem Anteil von ca. 85% vorherrschenden Aufbereitungsverfahren "Werkgemischter Transportbeton" gegeben (15% sind direkt vor Ort hergestellter Baustellenbeton). Nach der deutschen Beton-Norm sollen die Lieferfahrzeuge spätestens 90 Minuten nach der Wassereinmischung in den Zement entladen sein. Nach der selben Norm ist die Mindestmischzeit auf 30 Sekunden festgelegt. Diese Mindestmischzeit ist allgemein bei stationär im Lieferwerk aufgestellten Mixchern üblich. Für die bei Vermengen von Zement mit Wasser chemisch einsetzende Reaktion des Abbindens stehen die beiden Zeitspannen außerhalb je-

der vernünftigen Relation.

Da die für Europa aufgestellte Vornorm für Beton in Deutschland mit der Bezeichnung DIN V ENV 206 seit Oktober 1990 bereits eingeführt ist, gibt es zwei parallel gültige Vorschriften. Eine Vornorm steht auf der Stufe einer Norm. Dadurch wird ermöglicht, daß man vorübergehend zwei Normen nebeneinander zur Auswahl stellen kann. Beide sind Stand der Technik. Hier fehlt der Richtwert von 90 Minuten, statt dessen heißt es, "Beton ist baldmöglichst nach dem Mischen einzubringen, um eine Abnahme der Verarbeitbarkeit möglichst gering zu halten." "Baldmöglichst" ist eine juristische, keine technische Festlegung.

Praktische Bewährung

Der Wassergehalt absolut und in Relation zum Bindemittelgewicht sowie die Homogenität bestimmen wiederum entscheidend die Eigenschaften hydraulisch gebundener Baustoffe im Zustand als fertiges Produkt.

— Der Wassergehalt absolut ist für den Umfang der beim Abbindevorgang stattfindenden Ausbildung von Poren wesentlich.

— Die Relation Wasser zu Zement nach Gewicht bestimmt bei vorgegebener Zementsorte im Grundsatz allein die Festigkeit.

— Die Homogenität ist Voraussetzung, daß das unvermeidliche Porenvolumen erwartungsgemäß vorliegt und der Kraftfluß bei Belastung gleichmäßig im Baustoff verläuft.

In der heute nur mangelhaft möglichen Einstellung von Wassergehalt und Konsistenz bei Mörtel und Beton liegt ein so gravierender Schwachpunkt, daß alle Qualitätsbemühungen im Baubereich davon entscheidend belastet werden; denn ist beim Basisbaustoff Beton schon vom Ausgangsstoff Frischbeton her keine gesicherte Qualitätssteuerung möglich, so sieht man es als wenig sinnvoll an, überhaupt eine straffe Qualitätssicherung am Bau zu praktizieren. Eine eindeutige Zuordnung von Verantwortlichkeiten wird a priori ausgeschlossen: Wer macht wo und wann welche Fehler?

Problem

Die Gefahr der Überschreitung des vorgegebenen Wassergehaltes ist permanent gegeben. Die Auswirkungen einer Abweichung wird nur in ganz extremen Ausnahmefällen für den Bauherren bei der Bauwerksabnahme erkennbar. Der gegebene Spielraum ist groß. Es liegt in diesem Fall ein verdeckter Mangel vor, der z. B. darüber entscheidet, ob eine Brücke 30—50 Jahre oder 80—100 Jahre hält. Allerdings ist dabei das Risiko mit eingeschlossen, daß sie bei extremer Beanspruchung u. U. schon nach 10 Jahren sanierungsbedürftig wird.

Über Ansätze, das Problem der Betonverwässerung zu begrenzen, ist man nie hinaus gekommen. Ein Dutzend Möglichkeiten der Wasseranreicherung in der Aufbereitungsphase müssen in Betracht gezogen werden:

- in Mischertrommel verbliebene Spülwasserreste
- Einmischen einer Teilladung in andere Betonsorte
- Abspritzwasser zur Einlaufsäuberung bei Lkw-Abfertigung
- nicht erfaßbares Schichtwasser in Zuschlagde-

ponie

- unzureichende Messung der Zuschlageigenfeuchte (z. B. zu große Meßungenauigkeit des Gerätes)
- Tropfwasser aus Zuschlagdeponie auf Wiegeeinrichtungen
- Regenwasser in der Zentralanlage auf Förderband
- Korrektur der Konsistenz im Mischer über Kraftaufnahme (weil Wasseranspruch unbekannt)
- Zulässige Meßungenauigkeit der Wiegeeinrichtungen
- Entmischung im Fahrmischer durch Aufschwimmen
- Nachdosierung von Wasser in den Fahrmischer
- uneinheitliche Wasserverteilung infolge unsachgemäßem Nachmischen

Um den Tatbestand deutlich zu machen, wird auf das beigelegte Bild verwiesen. Es zeigt die Abhängigkeit der Betondruckfestigkeit bei der bevorzugt eingesetzten Zementsorte Z 35 von der gewichtsmäßigen Relation Wasser zu Zement, ausgedrückt mit dem Fachwort "Wasserzementwert". In dem Bild ist eingetragen, daß nach der europäischen Norm ENV 206 bei der vorherrschenden Betonsorte B 25 mit der Vorgabe für Beton im Außenbereich, der Wasserzementwert muß gleich oder kleiner 0,55 sein, fast schon die Qualität der darüberliegenden Betonsorte B 35 erreicht wird. Das stellt ein verschwenderisches Vorhaltemaß dar. Der Beton muß von daher, selbst wenn alles gut verläuft, deswegen noch lange nicht besser werden. Beton ist je nach den vorliegenden Gegebenheiten möglichst exakt zu optimieren.

Unpräziser Arbeitsablauf wird durch erhöhten Baustoffeinsatz abgesichert; denn bei niedrigem Wasserzementwert muß man zur Erlangung einer zuverlässigen Verarbeitbarkeit technisch gesehen eine entsprechend hohe Menge an Wasser und Zement zugeben.

Verdoppelt sich bei ungünstigen Voraussetzungen der Wasserzementwert auf 1,1, so liegt ein Beton in der Qualität des früheren B 160 vor. Dieser Beton hat sich speziell nach der Normung von 1943 auch im Außenbereich bis in die 60er Jahre hinein durchaus bewährt. Die Arbeitskraft war billig. Die Betonaufbereitung geschah in kleinen Chargen vor Ort und die Verarbeitung erfolgte handwerklich. Heute wird unter anderen Bedingungen gefertigt. Dazu kommt, daß die Außenluft sehr viel aggressiver geworden ist und bei porösen Betonen das Rosten der Stahlbewehrung beschleunigt.

Um Wassergehalt und Konsistenz bei Mörtel und Beton überhaupt sachgerecht einstellen zu können, muß die Feuchte der Zuschläge und der Wasseranspruch der Mischung bekannt sein. Starke Schwankungen von Charge zu Charge bei derselben Betonsorte in ein und derselben Mischanlage können von jedem dieser beiden Einflußfaktoren hervorgerufen werden.

Der Wasseranspruch einer Mischung ist von zahlreichen Einzelparametern abhängig, die sich untereinander beeinflussen. Die damit verbundene Technologie ist noch nicht einmal ausreichend erforscht. Nach den heutigen Erkenntnissen wird sie sich nie ausreichend zuverlässig beherrschen lassen. Sprunghafte Konsistenzänderungen nach beiden Seiten sind möglich. Eine einigermaßen befriedigende Steuerung ist nur mit hohem Aufwand insbesondere seitens Laborvorsorge und Ablaufkontrolle möglich. Sobald nur im geringsten eine Nachlässigkeit einreißt, gerät die Qualität außer Kontrolle. Anders ausgedrückt: Die Anwendungssicherheit ist

fraglich.

Mit den heutigen Möglichkeiten der Meßtechnik ist eine sachgerechte Bestimmung des Wassergehaltes einer Mischung im Mischer nur im Bereich der steifen Konsistenz gesichert. In diesem Bereich ist die Konsistenz gemessen am Ausbreitmaß für die Einstufung der Verarbeitbarkeit als absolute Maßzahl ohne Bedeutung. Sie ist als exakte Kenngröße gar nicht erfäßbar. Deshalb ist die KonsistenzEinstellung mittels eines genau festgelegten Wertes hier nicht möglich.

Anders im plastischen Bereich. Dieser Bereich ist mit dem Ausbreitmaß 350 bis 410 mm festgelegt. Als gut verarbeitbar gelten jedoch nur Mischungen, die ein Ausbreitmaß von mindestens 380 mm oder mehr haben. Was darunter liegt, ist verfahrenstechnisch einem anderen Bereich zuzuschlagen. Fachlich richtig müßte der Bereich so gefaßt sein: 400 ± 20 mm. Bei üblichem Vorgehen kann dieser Bereich nicht angesteuert werden, so daß man diese enge Begrenzung nicht in eine Norm aufnehmen durfte.

In ähnlicher Weise ist auch der weiche Konsistenzbereich nach Norm mit einem Ausbreitmaß von 420 bis 480 mm zu weit gefaßt. Ist die Mischung im oberen Bereich so flüssig, daß nur in geringfügigem Maße verdichtet werden darf, und das behutsam, so ist sie im unteren Bereich schon plastisch und macht von daher eine intensive Verdichtung unverzichtbar.

Die Normen empfehlen die Verwendung von Beton in möglichst flüssiger Form, weil die Einhaltung selbst dieser weitgefaßten Konsistenzbereiche heute nicht sichergestellt ist!

Bis heute zeigt man sich gegenüber der Zudosierung von Wasser großzügig. Man glaubt sich von der Unternehmenseite aus gesehen bei Beton durch hohe Vorhaltemaße und kurze Garantiezeiten für die Gewährleistung ausreichend abgesichert zu haben. Die zumeist gültige VOB sieht nur 2 Jahre Garantie vor. Bestenfalls werden entsprechend BGB 5 Jahre vereinbart.

Für die Bewertung von Beton sind diese Zeitspannen aus der Sicht des Bauherren völlig unzureichend.

Diese Situation ändert sich mit Wirksamwerden des EG Binnenmarktes. Vorgesehen sind 20 Jahre Gewährleistung mit Beweispflicht durch den Unternehmer, falls er ein die Haftung begründendes Verschulden zurückweisen will. Der Unternehmer haftet in der gleichen Weise für von ihm eingesetzte Lieferanten und Subunternehmer.

Dazu kommt, daß die Produkthaftung aus der Zeitentwicklung heraus sich für den Bauunternehmer mehr und mehr verschärft. Ein gefährliches Kriterium ist dabei die arglistige Täuschung. In diesem Falle beträgt die Gewährleistungsfrist 30 Jahre. Es muß noch nicht einmal zum Mangel gekommen sein. Nachweisbare Mängelansätze oder Nachweis des Nichtvorliegens berechtigtere Forderungen lassen Ansprüche auf Minderung geltend machen.

Billigend in Kauf genommene Verwässerung von Beton in dem oben aufgelisteten Ausmaß muß als arglistige Täuschung gelten.

Um die Qualität von Frischbeton belegfähig zu machen, ist es Voraussetzung, den Wassergehalt und die Konsistenz zum Zeitpunkt der Betonübergabe vom Mischer in die Fördereinrichtung zutreffend erfassen zu können. Die Konsistenz sollte sich zusätzlich visuell gut veranschlagen lassen. Es ist das die Schnittstelle von Betonaufbereitung und Betonverarbeitung. Die klare Trennung dieser zwei Verantwortungsbereiche ist von organisatorischer und juristischer Bedeutung.

Die aufgezeigte Schwachstelle wird beseitigt mittels eines zumindest zweistufigen Mischvorganges mit wenigstens dreimaligem Messen in der Art, daß mit den Ausgangsstoffen zunächst eine Mischung im steifen Bereich hergestellt wird. Der Wassergehalt wird dann gemessen. Diesem Wert zufolge wird das noch fehlende Anmachwasser zudosiert. Seine Messung, z. B. über die Wasseruhr, ist gut möglich. Die Konsistenzfeineinstellung findet anschließend durch Messung z. B. der Kraftaufnahme des Mixers bzw. seiner Mischvorrichtungen statt, wobei dieser Vorgang gesondert unter Kontrolle genommen wird. Eventuell noch notwendige Korrekturen setzen in der Folge die Einhaltung besonderer Maßnahmen voraus. Die Konsistenz kann dann sehr genau eingestellt werden.

Durch Mischen in mindestens zwei Stufen mit insgesamt wenigstens drei Messungen wird in den für Ort beton entscheidenden Konsistenzbereichen eine ansonsten nicht erreichbare Genauigkeit bei Einstellung von Wassergehalt und Konsistenz möglich gemacht. Moderne Computersteuerung erlaubt es, den Gesamtvorgang zu automatisieren.

Das Mischen kann in verschiedenen Mixern erfolgen, z. B. in einem stationär aufgestellten Mischer und in der Mischtrommel des Transportfahrzeuges. Es kann aber auch hintereinander in ein und demselben Mischer stattfinden.

Meßwerte aus der stationären Aufbereitungsanlage lassen sich drahtlos in den Computer des Transportfahrzeuges übertragen. Wasser darf in den oder die Mischer nur über eine Meßvorrichtung mit Dokumentierung der Arbeitsphase eingeleitet werden. Ist ein Mischer teilweise entleert, muß die Wasserzuführung sich automatisch sperren.

Der Gesamtwassergehalt ist bekannt. Er berechnet sich aus den Meßwerten bezogen auf die Mischung in dem oder den Mixern, die Konsistenz läßt sich unmittelbar vor der Übergabe bestimmen. Sie wird zweckmäßigerweise dort erst genau eingestellt. Dieser Vorgang wird für sich meßtechnisch erfaßt.

Die vier wesentlichen, sich überlagernden Einflußfaktoren lassen sich damit unter Kontrolle nehmen:

- Wasseranspruch der Mischung
- Eigenfeuchte der Zuschläge
- unstatthafte Wasserzugabe oder -anreicherungen
- Zudosierung von Anmachwasser

Die Konsistenzbereiche können auf eine Grundlage gestellt werden, die bautechnisch den heutigen, unbefriedigenden Stand überwindet. Baustoffgerechte Ansprüche und Festlegungen werden möglich. Sie lassen sich nicht nur prüftechnisch, sondern allein schon durch Inaugenscheinnahme gegeneinander abgrenzen. Dieser Effekt allein belegt bereits die Neuartigkeit der Erfindung:

Plastischer Bereich: 400 ± 20 mm
Weicher Bereich: 460 ± 20 mm

Die visuelle Beurteilungsmöglichkeit ist sowohl für den Betonlieferanten als auch für den Verarbeiter wichtig; denn schon nach einer kleinen Zeitspanne wie die von 10 Minuten kann die Konsistenz deutlich abgefallen sein.

1. Verfahren zur Einstellung von Wassergehalt und Konsistenz bei Mörtel und Beton im plastischen und weichen Konsistenzbereich, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Herstellung einer Mischung im steifen Konsistenzbereich mit anschließender Bestimmung des Wassergehaltes und einer darauf bezogenen anschließenden Wasserzugabe mittels eichfähiger Abmeßvorrichtung bei der Herstellung von Frischmörtel bzw. Frischbeton in den für die Verarbeitung vor Ort wichtigen Konsistenzbereichen eine ansonsten nicht erreichbare Genauigkeit bei der Dosierung der Sollwassermenge erzielt wird. Parallel zu der Wasserzugabe mittels eichfähiger Abmeßvorrichtung kann auch Zusatzmittel mit verflüssigender Wirkung zugesetzt werden.

2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des Wassergehaltes im steifen Bereich mittels Messung des Stromwiderstandes bei Einleitung des Stromes über Elektroden erfolgt und die darauf bezogene Wasserzudosierung über eine Wasseruhr geregelt wird.

3. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Messung des Wassergehaltes im steifen Bereich und danach erfolgter Zudosierung von Wasser die damit erzielte Konsistenz im Mischer z. B. durch Messung der Kraftaufnahme der Mischerwerkzeuge ermittelt wird und darauf bezogen eine eventuell notwendig werdende Korrektur als eigener Vorgang mit Wasser im Rahmen eines festgelegten W/Z-Wertes maximum, mit Zementleim und/oder mit einem Zusatzmittel erfolgt. Neben der hohen Genauigkeit bei der Dosierung der Sollwassermenge wird damit auch die Einhaltung der gewünschten Konsistenz mit einer heute nicht gewährleisteten Genauigkeit möglich.

4. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Messung des Wassergehaltes im steifen Bereich und danach erfolgter Zudosierung von Wasser die damit erzielte Konsistenz im Mischer z. B. durch Messung der Kraftaufnahme der Mischerwerkzeuge ermittelt wird und darauf bezogen eine eventuell notwendig werdende Korrektur als eigener Vorgang mit Wasser unter Zugabe einer darauf bezogenen Zementmenge erfolgt.

5. Anspruch nach den Punkten 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedwede Zudosierung von Wasser in den Mischer nur über eine Meßvorrichtung mit Dokumentierung der Arbeitsphase des Mixers erfolgen kann. Ist der Mischer teilweise entleert, muß die Wasserzuführung sich automatisch sperren. Eine noch beabsichtigte Nachkorrektur der Konsistenz kann dann nur mittels Zusatzmittel erfolgen.

6. Anspruch nach den Punkten 1, 2, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtvorgang mittels Computer gesteuert wird.

7. Anspruch nach den Punkten 1, 2, 3, 4, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß nach Beginn der Entleerung kein Wasser mehr in den Mischer zugegeben werden kann. Bei entleertem Mischer kann dann wieder Spülwasser eingeleitet werden, das mengenmäßig erfaßt wird.

8. Anspruch nach den Punkten 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Start einer Mischung nur erfolgen kann, wenn der Mischer entweder voll entleert ist oder die im Mischer verblie-

bene, dokumentierte Spülwassermenge unter 35
Liter pro Kubikmeter Nenninhalt des Mischers
liegt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

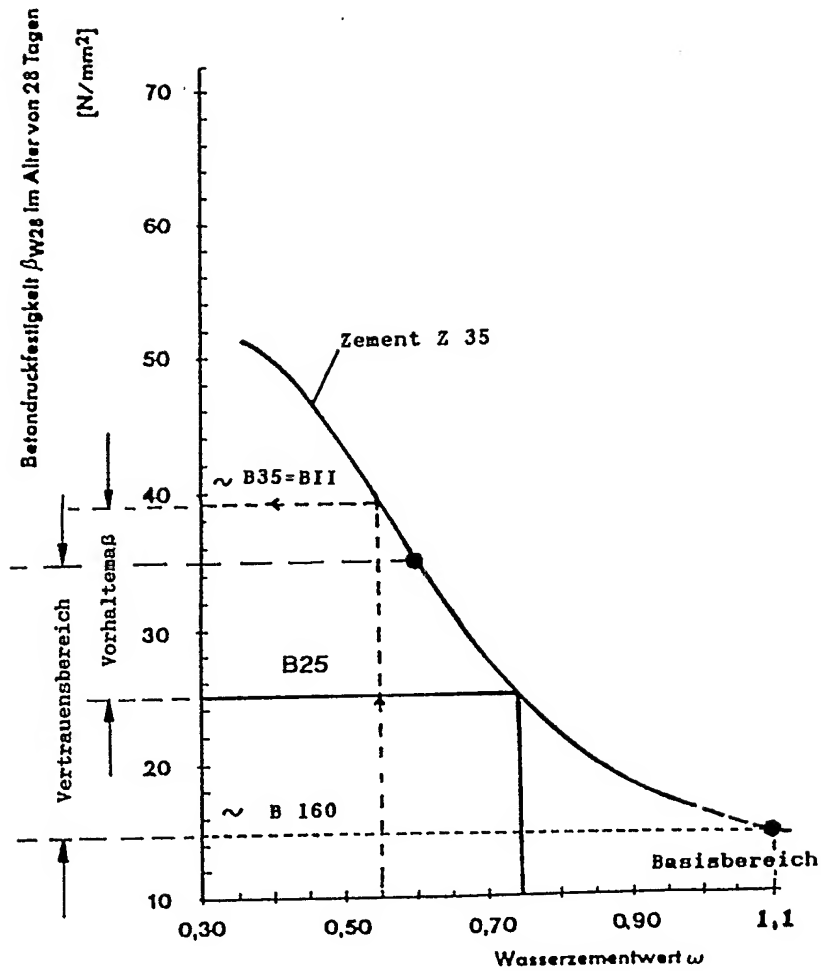


Bild : Hohe Vorhaltemaße sind ein unzureichender Schutz gegen schlechte Betonqualität

PUB-NO: DE004237543A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4237543 A1
TITLE: Prodn. of concrete with optimal consistency - involves monitoring of water addition
PUBN-DATE: May 11, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KILIAN, GOTTFRIED	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KILIAN GOTTFRIED DIPL WIRTSCH	DE

APPL-NO: DE04237543
APPL-DATE: November 6, 1992

PRIORITY-DATA: DE04237543A (November 6, 1992)

INT-CL (IPC): C04B040/00 , C04B028/04 , G01N033/38 , G05D011/02 , B28C007/12

EUR-CL (EPC): B28C007/04 , C04B040/00 , G05D011/13 , G01N033/38

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>During production of concrete or mortar, the water content is measured whilst the compsn. is in the form of a stiff consistent mixture and water is added using a standardised metering device. At the same time, other additives can be metered into the mixture. The water content is measured whilst in the stiff condition by passing a current via electrodes through the mixt. and measuring the resistance. Water is then added in response. The mixture consistency is measured by the force of resistance experienced by the mixing tool. This leads to a correction factor which is applied by metering in cement, size and/or other additive. Also more cement can be added. All additions are computer controlled. No more additives can be added once the concrete is being taken from the mixer. Mixing can only start when the mixer is completely empty or rinsing water of under 35l/m³ remains in the mixer. ADVANTAGE - By adding the optimal water amount, concrete of the required consistency and quality is assured.